Observation multi-technique de l'endommagement de polyimides pour un nouveau profileur faisceau ultra-mince

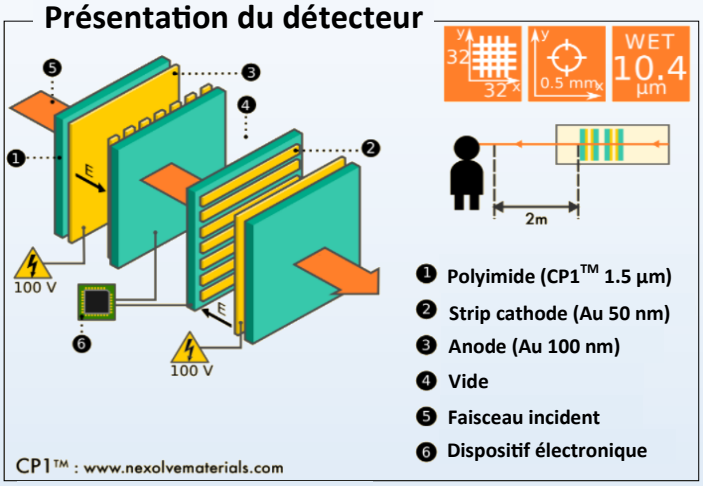
G. Pipelier[1], L. Bernardi[2], G. Blain[3], E. Delagnes[4], F. Gebreyohannes[4], Y. Geerebaert[2], O. Gevin[4], F. Haddad[1,3], C. Koumeir[1,3], G. Louarn[5], F. Magniette[2], P. Manigot[2], F. Poirier[1], N. Servagent[3], T. Sounalet[3], C. Thiebaux[2], M. Verderi[2]

[1]GIP ARRONAX/Nantes/France, [2]LLR/CNRS-Ecole Polytechnique/Palaiseau/France, [3]Laboratoire SUBATECH/IMT Atlantique/Nantes/France, [4]IRFU/CEA/Université Paris-Saclay/Gif-sur-Yvette/France, [5]IMN/Université de Nantes/Nantes/France

Contexte

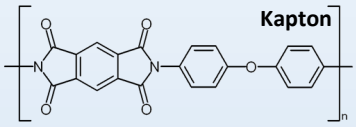
PEPITES est un nouveau moniteur faisceau ultra-mince, conçu pour mesurer les propriétés de faisceaux de particules chargés (intensité, position, profil) avec une perturbation minimale. Il équipera les lignes du cyclotron ARRONAX (Saint-Herblain, 44800). Malgré ses excellentes propriétés, son endommagement dû aux radiations est inévitable et doit être caractérisé et quantifié. La mise en place d'un protocole d'analyse se fera par l'étude du Kapton de 8 µm (DuPont)

Présentation du détecteur



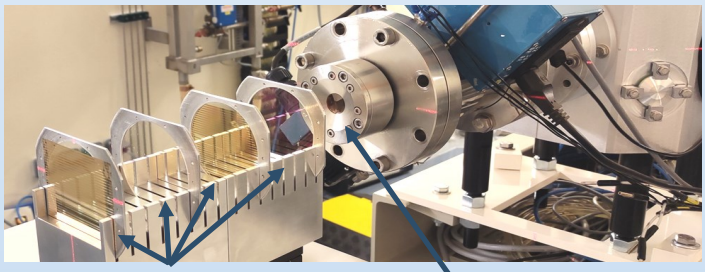
L'endommagement

- Malgré le **faible LET** des protons de haute énergie dans des **polyimides radiorésistants** comme le **Kapton (1keV/µm)**, de nombreuses interactions se produisent
- L'interaction des protons avec les polymères provoque des **ruptures de liaisons** et des **scissions** générant des **radicaux libres** dans les chaînes de polymères
- Ces radicaux libres vont **modifier les propriétés** du matériau et créer du **dégazage**.
- La mise en place du **protocole de mesure de l'endommagement** se fera d'abord par l'étude du **Kapton**.



Dispositif expérimental

- **Energie :** 70 MeV Protons
- **Intensité :** 100 nA - 2000 nA
- **Fluence :** < 7.10^{15} $H^+.cm^{-2}$



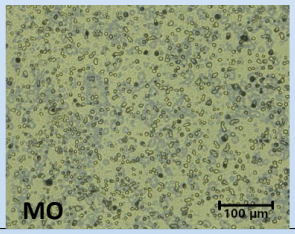
4 échantillons en CP1 dont 2 avec des bandes d'or

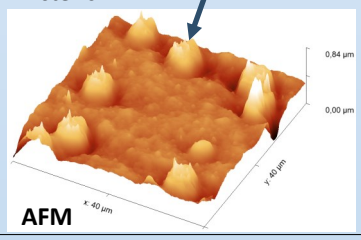
Sortie de ligne faisceau

Observation de surface

- Microscopie Optique **(MO)**
- Microscopie Electronique à Balayage **(MEB)**
- Microscopie à Force Atomique **(AFM)**

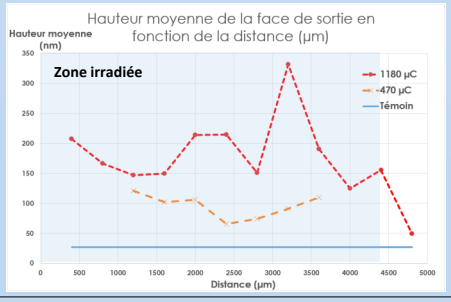
- Les images suivantes illustrent **l'endommagement de surface** du **Kapton** irradié à une fluence de **7.10^{15} $H^+.cm^{-2}$** au **MO** et à **l'AFM**
- Le **diamètre** de la tache faisceau est de **8 mm**
- On observe la formation de **défauts sphériques (blister) :**
  - Diamètre moyen : **quelques µm**
  - Hauteur moyenne : **~ 100 nm**
  - Nombre de défauts : **~10^5 Blister.cm^{-2}**





Analyse de surface

- L'analyse de l'AFM montre une **hauteur moyenne** de l'échantillon **plus importante** au niveau de la tache faisceau pour les échantillons irradiés
- Cette augmentation est liée à la **présence de blisters** au niveau de la tache faisceau qui seraient **produits par le dégazage du CO**
- Une **augmentation de la dose** se traduit par une **augmentation de la hauteur moyenne** des blisters et également une augmentation du nombre de blister par unité de surface



Futures analyses du CP1

- **Chimique :**
  - Spectroscopie Infra-rouge **(FTIR)**
  - Spectrométrie photoélectronique X **(XPS)**
- **Electrique :**
  - Mesure de conductivité

Le projet PEPITES est supporté par l'Agence Nationale de la Recherche, ANR-17CE31-0015, ANR-11-EQPX-0004 et le LABEX P2IO